

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): HATA, ET AL.  
Serial No.: Not yet assigned  
Filed: February 26, 2004  
Title: ANODIC BONDING METHOD AND ELECTRONIC DEVICE  
HAVING ANODIC BONDING STRUCTURE  
Group: Not yet assigned

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

February 26, 2004

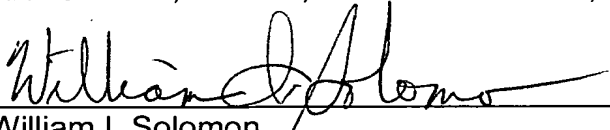
Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on Japanese Patent Application No.(s) 2003-053410, filed February 28, 2003.

A certified copy of said Japanese Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP

  
\_\_\_\_\_  
William I. Solomon  
Registration No. 28,565

WIS/alb  
Attachment  
(703) 312-6600

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    2 月 2 8 日  
Date of Application:

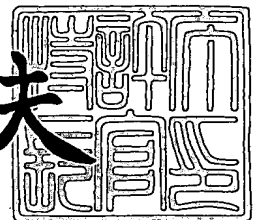
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 5 3 4 1 0  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 0 5 3 4 1 0 ]

出      願      人                      株式会社日立製作所  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 1 0 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 1 0 2 0 8 3

【書類名】 特許願

【整理番号】 K03000711

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/66  
H01L 21/02

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立  
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 秦 昌平

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立  
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 外川 英男

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立  
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 古市 浩朗

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100083552

【弁理士】

【氏名又は名称】 秋田 収喜

【電話番号】 03-3893-6221

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014579

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 陽極接合方法および電子装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 導体層または半導体層の表面に、軟質金属層が形成され、この軟質金属層の上には、これよりも酸素との反応性が高い活性金属層が形成され、前記活性金属層とガラス層を接触させて加熱し、前記導体層または半導体層側を陽極、前記ガラス層側を陰極として、両電極間に直流電圧を印加することにより、前記ガラス層と前記導体層または半導体層を接合することを特徴とする陽極接合方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の陽極接合方法において、前記軟質金属層として Au、Ag、Cu、Ni、Pt、Pd、Pb、Sn の純金属膜、あるいは複数の純金属の積層膜、あるいはこれらの合金膜が用いられていることを特徴とする陽極接合方法。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の陽極接合方法において、前記活性金属層として Al、Cr、Ti、V、W のうち少なくとも一つからなる純金属膜あるいは少なくとも一つを含む合金膜が用いられていることを特徴とする陽極接合方法。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の陽極接合方法において、前記導体層および半導体層と前記軟質金属層との間に、密着力を向上させるために Al、Ti、Cr、V、W のうちの少なくとも一つからなる金属層を形成し、前記軟質金属層と前記活性金属層との間には、両者の拡散および反応を防止するために Cu、Ni、Pt、Pd、Ti、Cr のうちの少なくとも一つからなる金属膜が形成されていることを特徴とする陽極接合方法。

【請求項 5】 請求項 1 に記載の陽極接合方法において、前記ガラス層の接合面が粗化されていることを特徴とする陽極接合方法。

【請求項 6】 請求項 1 に記載の陽極接合方法において、前記導体層および半導体層として Si を用いることを特徴とする陽極接合方法。

【請求項 7】 導体層または半導体層の表面に、これよりも軟質な金属層が形成され、この軟質金属層の上には酸素との反応性が高い活性な金属層が形成され、前記活性金属層とガラス層を接触させて陽極接合を行う構造体であって、

前記導体層および半導体層として Si を用い、Si 上に発光素子あるいは受光素子が実装され、ガラス層としてレンズ、あるいは封止のためのガラスが Si と陽極接合されていることを特徴とする電子装置。

【請求項 8】 請求項 7 に記載の電子装置において、前記軟質金属層の変形により前記ガラス層との密着性を向上させ、さらに前記活性金属層と前記ガラス層の化学的結合、および前記ガラス層と前記導体または半導体層との静電氣的結合により接合されていることを特徴とする電子装置。

【請求項 9】 導体層または半導体層の表面に、軟質金属層が形成され、この軟質金属層の上には、これよりも酸素との反応性が高い活性金属層が形成され、前記活性金属層とガラス層を接触させて加熱し、前記導体層または半導体層側を陽極、前記ガラス層側を陰極として、両電極間に直流電圧を印加することにより、前記ガラス層と前記導体層または半導体層とを接合した接合体を有することを特徴とする電子装置。

【請求項 10】 請求項 9 に記載の電子装置において、前記軟質金属層として Au、Ag、Cu、Ni、Pt、Pd、Pb、Sn の純金属膜、あるいは複数の純金属の積層膜、あるいはこれらの合金膜が用いられていることを特徴とする電子装置。

【請求項 11】 請求項 9 に記載の電子装置において、前記活性金属層として Al、Cr、Ti、V、W のうち少なくとも一つからなる純金属膜あるいは少なくとも一つを含む合金膜が用いられていることを特徴とする電子装置。

【請求項 12】 請求項 9 に記載の電子装置において、前記導体層および半導体層と前記軟質金属層の間に、密着力を向上させるために Al、Ti、Cr、V、W のうちの少なくとも一つからなる金属層が用いられ、前記軟質金属層と前記活性金属層の間には、両者の拡散および反応を防止するために Cu、Ni、Pt、Pd、Ti、Cr のうちの少なくとも一つからなる金属膜が用いられていることを特徴とする電子装置。

【請求項 13】 請求項 9 に記載の電子装置において、前記ガラス層の接合面が粗化されていることを特徴とする電子装置。

【請求項 14】 請求項 9 に記載の電子装置において、前記導体層および半

導体層としてSiが用いられていることを特徴とする電子装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はマイクロセンサ、マイクロポンプを始めとするマイクロマシン技術における導体および半導体とガラスの陽極接合、および光学部品におけるガラス層と導体および半導体の陽極接合に関する。

【0002】

【従来の技術】

陽極接合は、Siなどの半導体とガラスを直接接合することができるため、主にSiを加工して微小な機械部品を作製するMEMS(Micro Electro Mechanical Systems)分野で用いられている。陽極接合の原理は、例えば特開平10-259039号公報など多くの文献で報告されているので、ここでは概略を説明する。

【0003】

ガラスとSiを接触させて、加熱しながら、ガラス側を陰極、Si側を陽極として直流電圧を印加すると、ガラス中に含まれる陽イオンが陰電極側へ強制的に拡散され、Siとの接合界面近傍には陽イオン欠乏層が生じる。その結果、この陽イオン欠乏層では相対的に陰イオンリッチとなって負電荷が蓄積し、またSi側には界面を挟んで正電荷の蓄積が起こり、ガラス/Siの間に大きな静電引力が発生して接合される。さらに、このような静電引力だけではなくSiとガラスの界面での化学反応も接合力に大きな影響を与えることが知られており、特開平10-259039号公報（特許文献1）でもその影響が述べられている。

【0004】

陽極接合が実際に適用されている代表的な例としては、圧力センサ、加速度センサ、角速度センサなど各種センサ部品、あるいはインクジェットプリンタのインク噴出しノズルに代表されるマイクロポンプなどがある。これらは、まずSiに異方性エッチングにより加工を施し、その後別のガラス層と陽極接合して製造される。これらの製品に陽極接合技術が用いられてきたのは、陽極接合がSiとガラスを直接接合させるもので、外圧変化などを極めて敏感に検出できるからで

ある。

#### 【0005】

以下にその理由を圧力センサを例に説明する。圧力センサでは、異方性エッチングにより Si の一部に溝を形成する。溝の底面の Si は外圧でたわむ程度まで薄く加工される。この溝底面の薄い Si 部には歪みゲージのような抵抗体が形成される。次にこの Si とガラス層を陽極接合させる。ガラスと溝底面の Si の間には Si が異方性エッチングされた分だけ空間が形成され、外圧変化によって溝底面の Si がたわむようにする。これにより、外圧変化があった時に溝底面の Si がたわみ、これによって歪みゲージの抵抗が変化し、圧力変化を瞬時に電気信号として取り出すことができる。

#### 【0006】

ガラスと Si を直接接合させることの利点は、外圧変化があった時に、それが直接 Si へ伝達されることにある。すなわち、もし低弾性の接合剤を用いて Si とガラスを接合していたならば、外圧変化があってもそれによる変形は接合剤で吸収され、Si 自身の変形が小さくなったり、不安定な信号になったりする。また通常これらの装置は非常に微小であり、個別の取り扱いが困難であることから、ウェハ状で加工、接合が行われる。陽極接合は、高精度でウェハを位置合せして接合できるため、製造プロセス的にもこれらの製品の製造に適している。以上が、陽極接合が各種センサ部品の製造に多く用いられてきた理由である。

#### 【0007】

しかし、固体状態でウェハ同士を接合する技術であるため、Si とガラス層の間にごみが存在したり、ウェハにうねりがあったりすると、接合界面にボイドが多く発生し、接合不良の原因となる。多少のゴミやウェハのうねりならば、ガラスの軟化温度以上に加熱することで、ガラス自身にも若干の変形が起こるので、界面のボイドの発生は幾分抑制される可能性もあるが、通常ガラスの変形は小さく、ゴミやウェハのうねりは接合の品質を劣化させる。

#### 【0008】

このような問題を解決するために、特開平 10-259039 号公報では、ガラス層の軟化温度よりも低温で導体または半導体と共晶化する金属層を介在させ



、これを利用してガラスと Si の密着状態を改善する技術が開示されている。その実施例において、具体的には Si 表面に Au メタライズを施し、これを Au-Si の共晶温度である 363℃ 以上に加熱し共晶融体を形成して、界面に存在するごみ、うねりなどにかかわらず界面を密着させる技術が開示されている。この技術において重要な点は、接合時に Si 側表面を液体にすることでウェハのうねりやごみを液体内に吸収し、ウェハ同士の密着を高めることであり、必ず接合界面に液体が必要な点である。

#### 【0009】

##### 【特許文献1】

特開平10-259039号公報

#### 【0010】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、約 400℃ という接合温度であれば、Si と共晶の融体を形成する元素は存在するが、例えば 300℃ 以下で Si ウェハを接合させようとした場合、そのような共晶融体を形成させることはできない。なぜなら、二元系平衡状態図を参考に Si と共晶を形成する金属元素を見渡しても、Si と 300℃ 以下で融体を形成する元素が見つからないためである。したがって、さらに低い温度で陽極接合を行うには、新たな技術が必要である。

#### 【0011】

陽極接合技術は、ガラスと導体または半導体を接合剤を用いずに接合できる技術であり、またウェハ状態で高い位置精度で接合できる技術である。したがって、これまで述べたような、センサ部品の製造だけではなく、今後多方面への適用が進むと思われる。例えば、異方性エッチングにより加工した光学部品用の Si ベンチ上に発光素子あるいは受光素子を実装するような光部品（電子装置、半導体装置）において、レンズ、あるいは封止用ガラスの実装にも適用できると考えられる。このような製品に適用するためには、従来よりも低い温度で接合することが要求される。その理由を以下に説明する。

#### 【0012】

発光あるいは受光素子の実装には、Au-20Sn はんだ、あるいは融点 18

3℃～240℃のSn基のはんだが使用される。これらの光素子の実装と、レンズあるいは封止用のガラスとSiの陽極接合を両立させるためには、素子接合用のはんだを熔融させないレベルまで、陽極接合の温度を低下させる必要がある。これは、素子接合部のはんだが熔融すると、素子が動いてしまったり、接続部の電極メタライズと反応して、メタライズ部を損傷させたりするためである。

#### 【0013】

このような陽極接合における接合温度の低温化を目的として、ウェハ間の密着状態の改善と界面での反応に着目した。

#### 【0014】

本発明の目的は、従来よりも低い接合温度で、ガラス層と導体層または半導体層の密着を高め、両者の界面での化学反応を促進させて、強固で高信頼度な陽極接合を得るものである。

#### 【0015】

本発明の前記並びにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面によって明らかになるであろう。

#### 【0016】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の請求項に開示された技術によれば、従来よりも低い接合温度で、ガラス層と導体層または半導体層の良好な密着を達成し、さらに活性金属により化学的にも強固な接合を得ることができる。良好な密着を得る手段としては、導体あるいは半導体の表面に軟質金属層を設ける。これにより静電引力でガラスと導体または半導体が引きつけられた時に、界面にごみあるいはうねりが存在しても、軟質金属層が変形して、良好な密着を得ることができる。軟質金属層にSn、Pb、あるいはこれらを含む合金を用いた場合には、これが接合時に熔融することもあり得るが、たとえ熔融したとしてもCu、Ni、Pt、Pd、Ti、Crのうちの少なくとも一つからなる純金属膜あるいは少なくとも一つを含む合金薄膜を予め活性金属層との間に形成するため、活性金属層との拡散、反応を防止することができ、接合が損なわれることは無い。またガラスとの陽極接合で接合強度をさらに高めるには、ガラス層の接合面を粗化させてアンカー効果を増大させる

ことが有効な手段となる。一般的にはガラスとSiのような硬い固体同士の接合では、接合面を粗化させると接合面積が小さくなり強固な接合が得られなくなるが、本発明によれば、導体または半導体表面に形成した軟質金属層の変形により、粗化されたガラス形状にならって軟質金属が変形し、かつ表面の活性金属によりガラスと化学的にも強固に接合することができる。

#### 【0017】

##### 【発明の実施の形態】

本発明の第一の実施の形態について図1を用いて説明する。Si1上に真空蒸着あるいはスパッタなどによりTi膜3、Pt膜4、Au膜5を形成する。Ti膜3はSi1との密着性向上、Pt膜4は、Au膜5とTi膜3の密着性向上の役割を有する。Au膜5は、軟質金属層として、陽極接合時に変形してガラスとの密着性を高める役割を有する。ここでは軟質金属の代表的としてAuを例に説明するが、軟質金属層はAuに限定されるものではない。接合温度にもよるがAu、Ag、Cu、Pb、Snなどは200℃程度でも極めて軟質であり、十分な変形を示す。したがって、このような軟質金属を用いる場合には、接合界面に多少のゴミ、ウェハのうねりがあっても十分に変形して、それらの悪影響を除去することができる。これらに比べ、Pt、Pd、Niなどは若干硬いが、それでもゴミあるいは、ウェハのうねりが幾分少ない場合には、接合性を向上させる効果がある。

#### 【0018】

次に真空蒸着あるいはスパッタなどによりPt膜6を形成する。さらに、Ti膜7およびAl膜8を形成する。本実施例の場合は、軟質金属膜としてAu膜5、活性金属膜としてAl膜8を使用している。この場合Al膜8とAu膜5を直接積層すると、AlとAuは化学的に反応し、脆弱な金属間化合物を形成し、界面剥離などの原因となる。一般的にAl電極膜とAu線のワイヤボンディングで知られるパープルプレイグと呼ばれる現象である。

#### 【0019】

したがって、このような反応を抑制し、かつ良好な密着を得るためにPt膜6とTi膜7を介在させる。

## 【0020】

活性金属として、酸素との親和力が大きい代表的な金属としてAlを用いているが、活性金属はAlに限定されるものではなく、請求項に述べた他のCr、Ti、V、Wなどでも接合性は向上する。

## 【0021】

Ti膜3の厚みは0.1 $\mu$ m程度、Pt膜4は0.2 $\mu$ m程度、Au膜5は0.5~10 $\mu$ m程度、Pt膜6は0.2 $\mu$ m程度、Ti膜7は0.1 $\mu$ m程度、Al膜8は0.5~5 $\mu$ m程度の厚さが好適であるが、これ以外の厚さでも構わない。特にAu膜5の厚さは、接合界面に存在するゴミやウェハのうねりの大きさによって変わり、これらが大きい程厚くする必要がある。

## 【0022】

以上のような接合層構造を有し、接合面と反対側に陽極電極膜9が形成されているSi基板14と、接合面と反対側に陰極電極膜10が形成されているガラス基板15を密着させ、それぞれ電源13からの陽極端子11あるいは陰極端子12に接続する。これを250℃程度に加熱し、さらに数百ボルトの直流電圧を印加することにより接合される。

## 【0023】

陽極接合の接合機構について図2を用いて説明する。図1の構成で加熱しながら直流電圧を印加することによって、ガラス中の陽イオン16が、陰電極膜10側に拡散する。これにより接合面近傍には、陽イオンの欠乏層が発生し、その部分はガラス側陰電荷帯電領域17となる。これに引きつけられて、Si基板14側では、Al膜8内の接合界面近傍にSi基板側陽電荷帯電領域18ができる。この17と18の静電引力により、Si基板14とガラス基板15は接続される。同時にAl膜8は、ガラス2中の酸素と結びつこうとして化学的結合が発生する。

## 【0024】

図3は、Si基板14とガラス基板15の間に、ゴミなどの介在物19があった場合の接合機構を示す図である。介在物19の分だけ、Al膜8、Ti膜7、Pt膜6、Au膜5が変形し、介在物19の周囲に隙間をほとんど作らずに接合

される。

#### 【0025】

本発明の第2の実施の形態について図4を用いて説明する。これは第一の実施の形態のガラス2の接合面を粗化した状態を示す。ミクロンオーダーでガラス表面を粗化することにより、ガラス2とAl膜8の界面は波状になり、アンカー効果が発生する。これにより界面の靱性は各段に向上し、Si基板14とガラス基板15は強固に陽極接合される。

#### 【0026】

本発明の第3の実施の形態について図5を用いて説明する。軟質金属としてAu膜5の代わりにSn膜20を形成するものである。陽極接合の温度を232℃以下で行う場合には、Sn膜は熔融せず、原理的には本発明の第一および第二の実施の形態と同様に接合される。陽極接合の温度が232℃以上の場合には、Sn膜が熔融する。この際、界面に介在物があったり、ガラス2の表面が粗化されていたりすると、これにならってAl膜8、Ti膜7、Pt膜6、Sn膜20が変形する。Sn膜20の上下のPt膜4およびPt膜6によって、Snの拡散が防止されているので、SnがAl膜8側に拡散して、脆弱な金属間化合物を生成して強度が劣化することは無く、強固に接合させることができる。

#### 【0027】

通常、Snなどを熔融させて接続するものは、はんだ付けと呼ばれるが、本実施例において、単純にウェハとガラスにメタライズを形成してはんだ付けを行わずに、陽極接合の一環としてSn膜を熔融させるのには理由がある。その理由とは、加工を施したウェハとガラス基板をはんだ付けしようとする、ウェハ全面で均一な接合を得るためには圧力が必要となり、これによりはんだがはみ出し、ウェハの一部に形成された回路部あるいはセンサ部を破損させる恐れがあるためである。しかしはみ出しを抑制するために、はんだ量を少なくすると未接続が多くなる。したがって、本実施例のように、Sn膜は表面のうねりやゴミの影響を除去できる程度の薄さとし、この状態で陽極接合を行うことで、はみ出しによる破損を起こさず、ウェハ全面を接合させることができるようになる。

#### 【0028】

本発明の第4の実施の形態について図6を用いて説明する。軟質金属層としてAu膜5およびSn膜20の積層したものを使用する。このような積層体を例えば接合温度300℃で加熱すると、Sn膜20は熔融し、その直後に介在物やガラス2の表面にならうようにAl膜8、Ti膜7、Pt膜6は変形する。その後電圧によりガラス中の陽イオンの拡散が促進され、陽極接合される。加熱中にSn膜20は、Au膜5中へすぐに拡散し、Au-Snの合金を形成する。このAu-Sn合金は、その平均組成がAu-12%Sn以下のSn濃度になるように元々のAu膜5とSn膜20の厚さを設計すれば、これ以降のプロセスで280℃以上に加熱してもこの部分は熔融しない。すなわち、陽極接合時には良好な密着を得るために一時的に熔融させ、その後は高融点化させて、耐熱性を上げることが可能である。この場合、陽極接合後にAu-20Snはんだを用いてはんだ付けをする時でも、陽極接合部での熔融を防ぐことができる。

#### 【0029】

本発明の第5の実施の形態について図7を用いて説明する。陽極接合用の金属膜23をレンズ24の光の通過部分30以外で接続されるように形成する。Siベンチ21の下面の陽電極膜26は、Siベンチ21下面全面でも接合条件によっては問題無いが、図7のようにSiベンチ21裏面で金属膜23と同じ位置とし、かつレンズ24側の陰電極膜25も同じ位置とすることで、直流電圧がこの部分に集中してかかるようになり、レンズ24中のイオンの拡散が光の通過部分以外に制限される。したがって、レンズ中のイオンの拡散による微妙な屈折率変化の影響を回避しながら実装することができる。その実装プロセスは、まずレンズ24をSiベンチ21上の金属膜23上に正確に位置合わせして押し付ける。この状態で200℃程度に加熱して、直流電圧を印加して陽極接合を行う。次に光素子22をはんだ膜27に正確に位置合わせして押し付け、はんだ膜27を熔融させて光素子22をSiベンチ21上に実装する。

#### 【0030】

このような構造で実装する場合には、Siベンチに切断前のウェハ状態でレンズアレイを実装することも可能である。図8は、本発明の第6の実施の形態を示す図である。第5の実施の形態で説明したSiベンチが、個別に切断される前の

ウェハ状態 28 になっている。これにレンズアレイ 29 を陽極接合する。その後、ダイシングにより個別の Si ベンチに切断し、その後個別に光素子を実装する。これにより、レンズ接続接合工程の時間、および位置合わせの時間が少なくなり、生産性が向上する。

#### 【0031】

本発明の第 7 の実施の形態を図 9 を用いて説明する。本実施例は、Si ウェハをエッチングにより溝を形成し、溝内部に光素子を実装し、Si ウェハの肉厚部をガラスと陽極接合することで、Si ウェハの溝内を封止する構造の回路装置（電子装置）である。

#### 【0032】

まず、Si ウェハ 31 上に異方性エッチングにより溝 33 を形成し、溝 33 以外でガラス基板 32 と接触する部分には、陽極接合のための金属膜 23 を形成する。このようなウェハ状態での接合では、Si ウェハ 31 の反り、Si ウェハ 31 とガラス基板 32 の間に挟まったごみ、などの影響により、ウェハ全面で均質かつ強固な接合を得るのが難しくなる場合がある。そこで本発明のように、軟質金属膜と活性金属膜を組み合わせた陽極接合用の金属膜 23 を Si 基板上に形成しておく、と、従来よりも接合性が向上し、ウェハ全面で均質で強固な接合を得ることができる。近年、ウェハは大型化してきており、従来以上に、ウェハの反り、ごみによる接合品質の劣化が問題になると考えられるが、本発明によれば、ウェハが大きくなっても強固に接合させることができる。

#### 【0033】

この陽極接合用金属膜 23 を形成する際に、図 10 のように、薄膜形成工程で使用するマスクのパターンの設計次第で、Si ウェハの溝の底面部に、光素子を実装するための電極メタライズ（光素子実装用電極膜）35 を同時に形成することもできる。例えば、軟質金属層と Si との密着を向上させるのに使用する、Ti、Pt などのメタライズは、マスクパターンに光素子実装部も含ませておき、同時に形成させる。次に軟質金属層として Au 層を形成する際には、まず 0.5 ミクロンメートル程度の Au 膜を Ti、Pt と同じマスクで形成しておき、ここで一旦リフトオフを行う。これにより陽極接合用金属膜 23 と光素子実装用電極

膜 35 として、Ti、Pt、Au (0.5 ミクロンメートル) が Si 基板上に形成されている。この後、新たに陽極接合用金属膜 23 専用のマスクを形成し、Au に続く軟質金属膜層、活性金属層を形成する。

#### 【0034】

次に、光素子実装用電極膜 35 の上に、素子実装のための薄膜はんだ 36 を形成する。この時には、薄膜はんだ専用のマスクを形成し、例えば Au-20Sn 共晶近傍の組成のはんだ、あるいは Sn-Ag-Cu、Sn-Pb、Sn-Zn、Au-90Sn はんだなど、を形成する。はんだの厚さは、1 ミクロンメートルから 5 ミクロンメートルくらいの範囲が好適であるが、これに限定されるものではない。

#### 【0035】

ここまでの工程で、光素子を実装するための基板が完成する。次の工程では、光素子のウェハ上への実装を行う。光素子の実装方法には二通りあり、一つ目の方法は、薄膜はんだに光素子を一旦押し付けて仮固定し、全ての光素子を仮固定した後に、ウェハ全体を加熱して光素子を接続する方法である。二つ目の方法は、薄膜はんだを熔融させた状態で個別に光素子をはんだに押し付けて実装する方法である。

#### 【0036】

一つ目の方法のメリットは、はんだを熔融させずに光素子を仮固定するので、はんだの表面酸化をそれほど気にする必要は無いことである。しかしデメリットは、はんだを熔融させた際に、はんだの熔融時の挙動によっては、光素子が所定の位置から動いてしまう場合があることである。

#### 【0037】

二つ目の方法のメリットは、位置合わせしながら、熔融したはんだ上に確実に光素子を実装するので、素子が動く心配があまりないことである。デメリットは、熔融したはんだの表面が酸化して、はんだの濡れが悪くなる場合があるので、周囲を完全に覆い、雰囲気を窒素、あるいは還元性のガスで置換するなどの対策が必要である。

#### 【0038】



いずれの方法にもメリット、デメリットが存在するが、素子搭載装置の改良などにより、どちらの方法も可能である。

#### 【0039】

以上のようにして、光素子 37 をウェハ上の実装部に全て実装したら、次にガラスを陽極接合により、接合用金属膜 23 に接合する。この際に、雰囲気を乾燥したヘリウムや窒素などにすることで、Si ウェハの溝内を完全にガス置換させることができる。これにより、水分により光素子が破壊されることも無くなる。さらにガラスと Si ウェハは陽極接合用金属膜 23 を介して完全に接合されており、周囲からの水分の侵入は完全に抑制される。

#### 【0040】

なお、溝内部の光素子への給電経路は、Si あるいはガラスにあらかじめエッチングにより溝加工を施し、内部を導体で完全に埋めてビアホールを形成したりすることで確保されている。

#### 【0041】

最後に、ウェハ状態で光素子の実装、ならびにガラスによる封止が完了した接合体をダイシングにより個別に切断する。封止が完了しているので、ダイシング時の冷却水で光素子が破壊されることもない。これらの工程をまとめて図 11 にフロー図として示す。図 11 において、Step 1 は、Si ウェハ V 溝加工工程であり、Step 2 は、ガラスあるいは Si ウェハの貫通孔形成工程であり、Step 3 は、ガラスあるいは Si ウェハの貫通孔の導体充填工程であり、Step 4 は、ガラスあるいは Si ウェハ表面を研磨し、貫通孔部の平坦化を行う工程であり、Step 5 は、Si ウェハに、光素子実装用の電極膜および陽極接合用金属膜の一部を同時形成する工程であり、Step 6 は、リフトオフ後、マスクを変えて、残りの陽極接合用金属膜を形成する工程であり、Step 7 は、リフトオフにより、陽極接合用金属膜完成工程であり、Step 8 は、さらにマスクを変え、薄膜はんだを形成する工程であり、Step 9 は、リフトオフにより、Si 基板側完成工程であり、Step 10 は、光素子をウェハ上に実装する工程であり、Step 11 は、陽極接合によりガラスを Si ウェハに接合する工程であり、Step 12 は、ダイシングにより個別に切断する工程である。

## 【0042】

以上のようにして、ウェハ状態で光部品を製造することも可能になる。封止のガラスには、あらかじめ光路にレンズを形成しておくこともできる。もし光素子を面発光あるいは面入射のタイプを用いるならば、光素子の上部にレンズを配置する。もし端面発光型の光素子を用いるならば、Si溝底面の周囲の斜面部で上方へ反射させる。したがって、この場合には、溝上部にレンズを配置する。斜面部には、電極膜35を形成する時のマスク設計により、メタライズを施すことが可能であり、メタライズにより鏡の役割を持たせることができる。

このような製造工程を用いて、ウェハ状態で光素子を実装して、本発明による陽極接合方法を用いることで、ウェハ状態で封止、レンズ実装を行うことで、製造工程でのハンドリングおよびアライメントが大幅に減少し、製造原価を大幅に低減することが可能である。

## 【0043】

以上、本発明者によってなされた発明を、前記実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は、前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは勿論である。

## 【0044】

## 【発明の効果】

本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

## 【0045】

本発明によれば、陽極接合により導体または半導体とガラスを接合する場合に、両者の間にごみが存在したり、ウェハにうねりがあったり反ったりしていても、軟質金属膜の変形によりそれらが吸収されて、強固に接合させることができる。また、このような軟質金属の変形を利用して、ガラス側の接合面を予め粗化させておき、接合界面の靱性を向上させることができる。これにより接合界面の高信頼度化が達成される。また低温で接合させる場合には、導体または半導体とガラスの良好な密着を得るのが難しく、高温での接合時に比べて接合強度が低下するのが一般的であったが、本発明により、低温でも良好な密着を達成し、従来よ

りも強固な接合を得ることができる。

【 0 0 4 6 】

本発明を製品に適用した場合には、さらに光学部品の位置ずれを防止して高信頼度な光学部品を製造することができる。またウェハ、またはアレイ状の部品を接合することにより、個別に実装するよりも製造にかかる時間を短縮し、製造原価を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施の形態を示す図である。

【図 2】

本発明の実施の形態の接合機構を示す図である。

【図 3】

本発明の実施の形態の接合機構を示す図である。

【図 4】

本発明の実施の形態の接合機構を示す図である。

【図 5】

本発明の一実施の形態を示す図である。

【図 6】

本発明の一実施の形態を示す図である。

【図 7】

本発明を製品に適用した形態の一例を示す図である。

【図 8】

本発明を製品に適用した形態の一例を示す図である。

【図 9】

本発明を製品に適用した形態の一例を示す図である。

【図 1 0】

本発明を製品に適用した形態の一例を示す図である。

【図 1 1】

本発明を製品に適用した形態の一例を示すフロー図である。

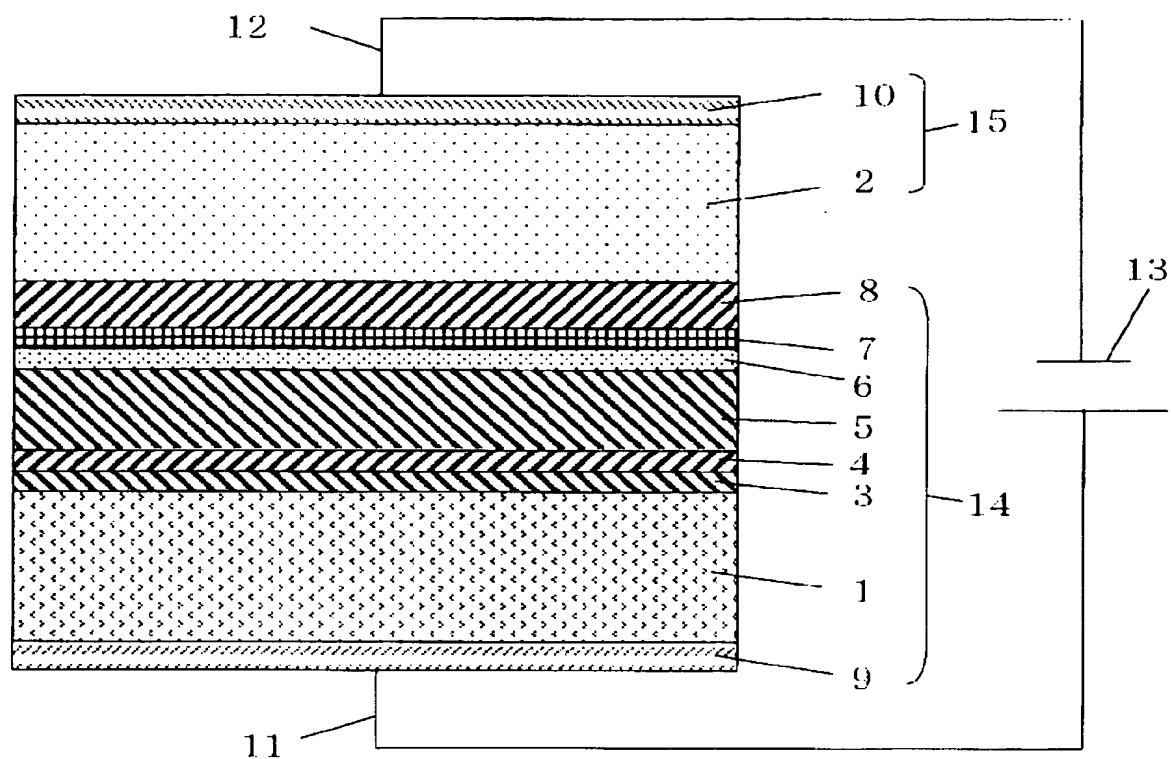
## 【符号の説明】

1…S i、2…ガラス、3…T i 膜、4…P t 膜、5…A u 膜、6…P t 膜、  
7…T i 膜、8…A l 膜、9…陽極電極膜、10…陰極電極膜、11…陽極端子  
、12…陰極端子、13…電源、14…S i 基板、15…ガラス基板、16…ガ  
ラス中の陽イオン、17…ガラス側陰電荷帯電領域、18…S i 基板側陽電荷帯  
電領域、19…介在物、20…S n 膜、21…S i ベンチ、22…光素子、23  
…軟質金属層および活性金属層を組み合わせた陽極接合用金属膜、24…レンズ  
、25…陰電極膜、26…陽電極膜、27…はんだ膜、28…ウェハ状態のS i  
ベンチ、29…レンズアレイ、30…レンズの光通過部、31…S i ウェハ、3  
2…ガラス基板、33…エッチング加工により形成した溝、34…陰電極膜、3  
5…光素子実装用電極膜、36…薄膜はんだ、37…光素子。

【書類名】 図面

【図 1】

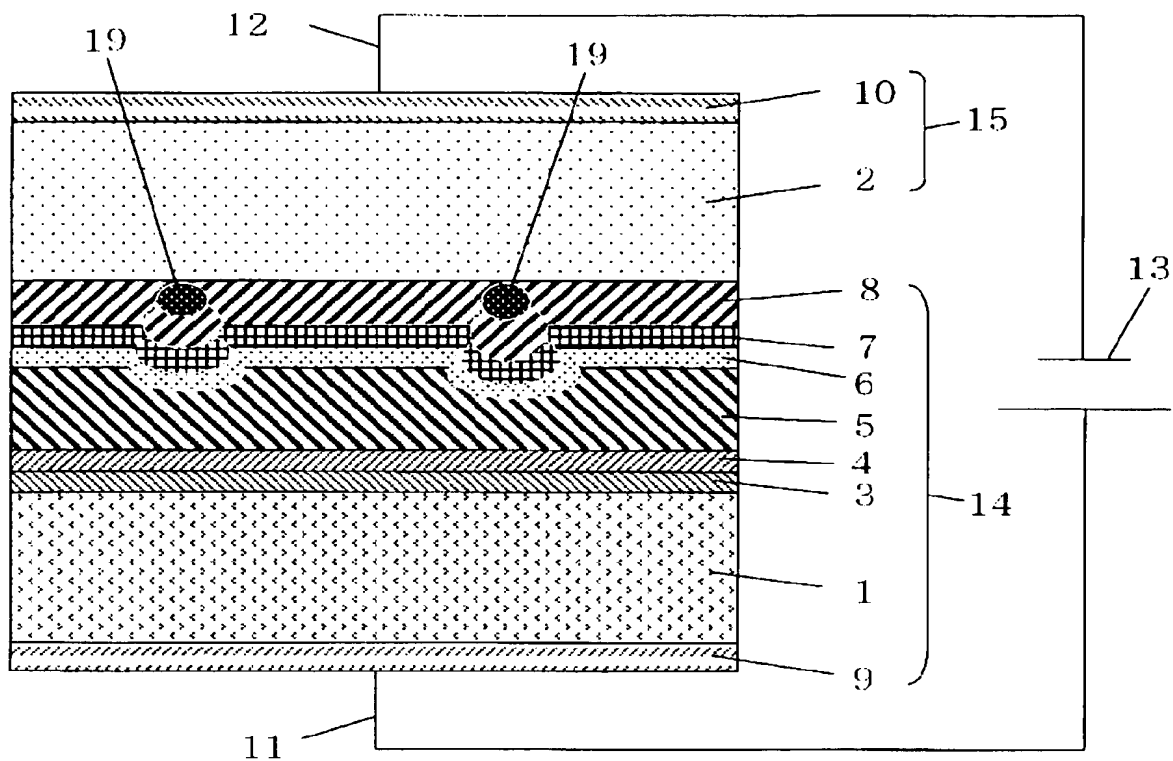
【図 1】





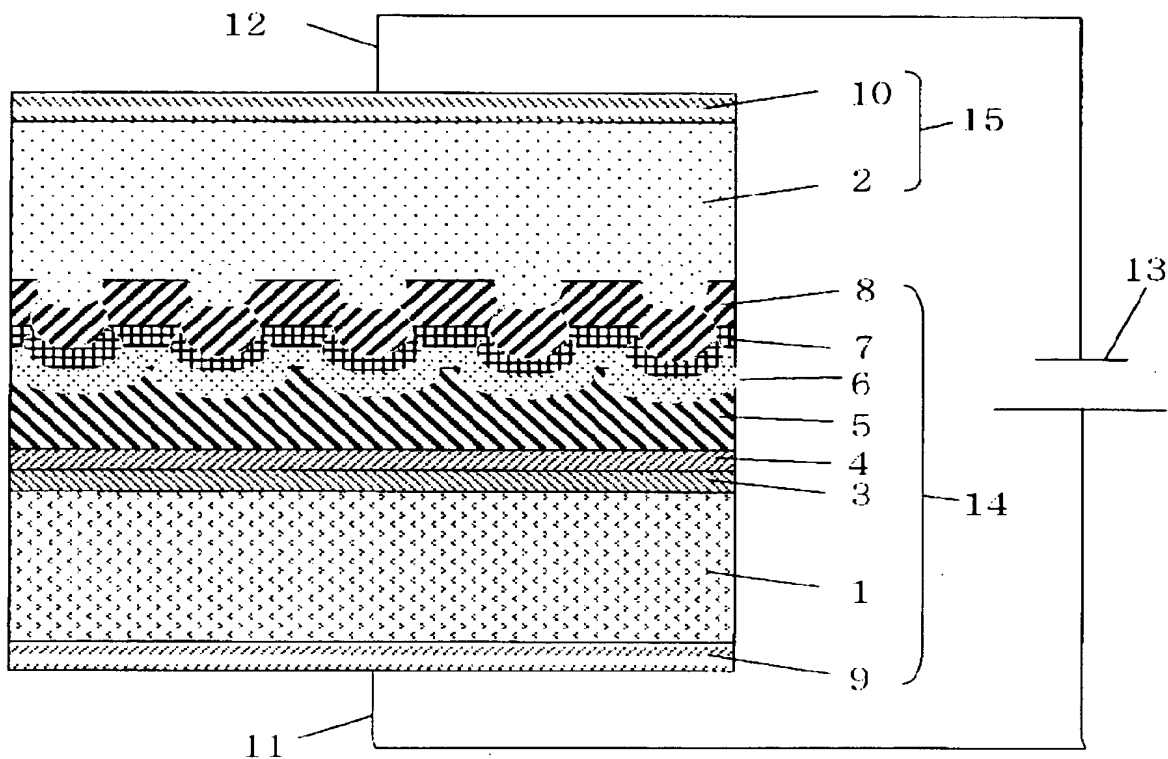
【図 3】

【図 3】



【図 4】

【図 4】

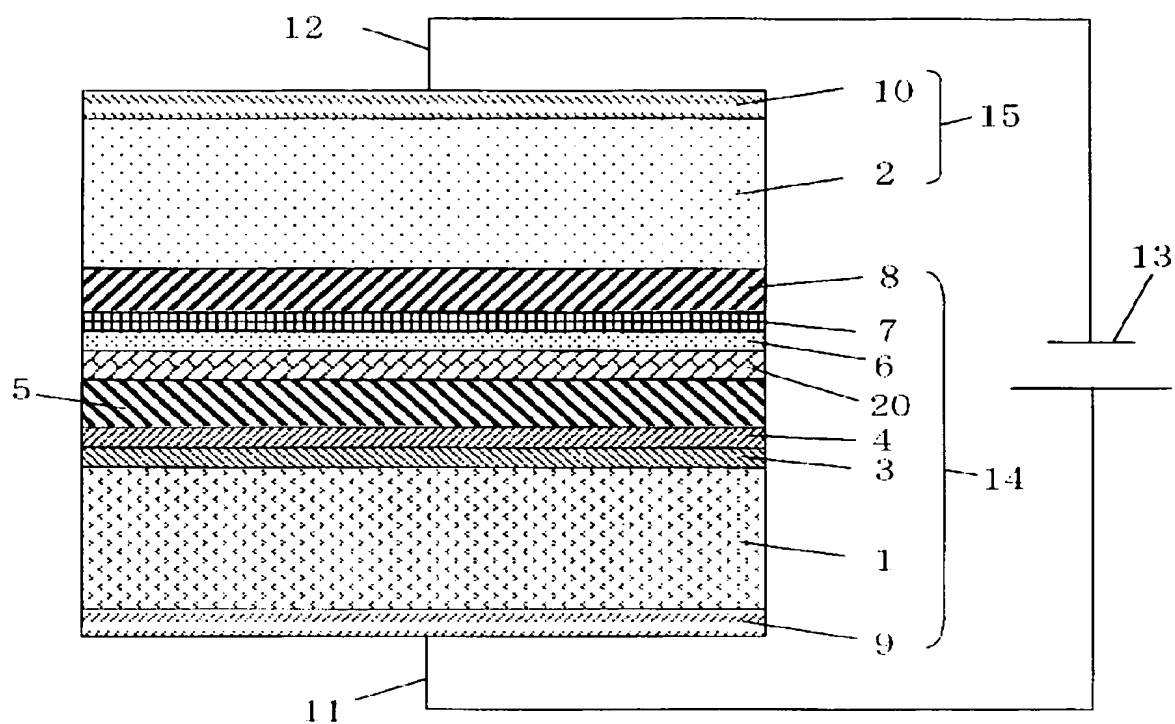






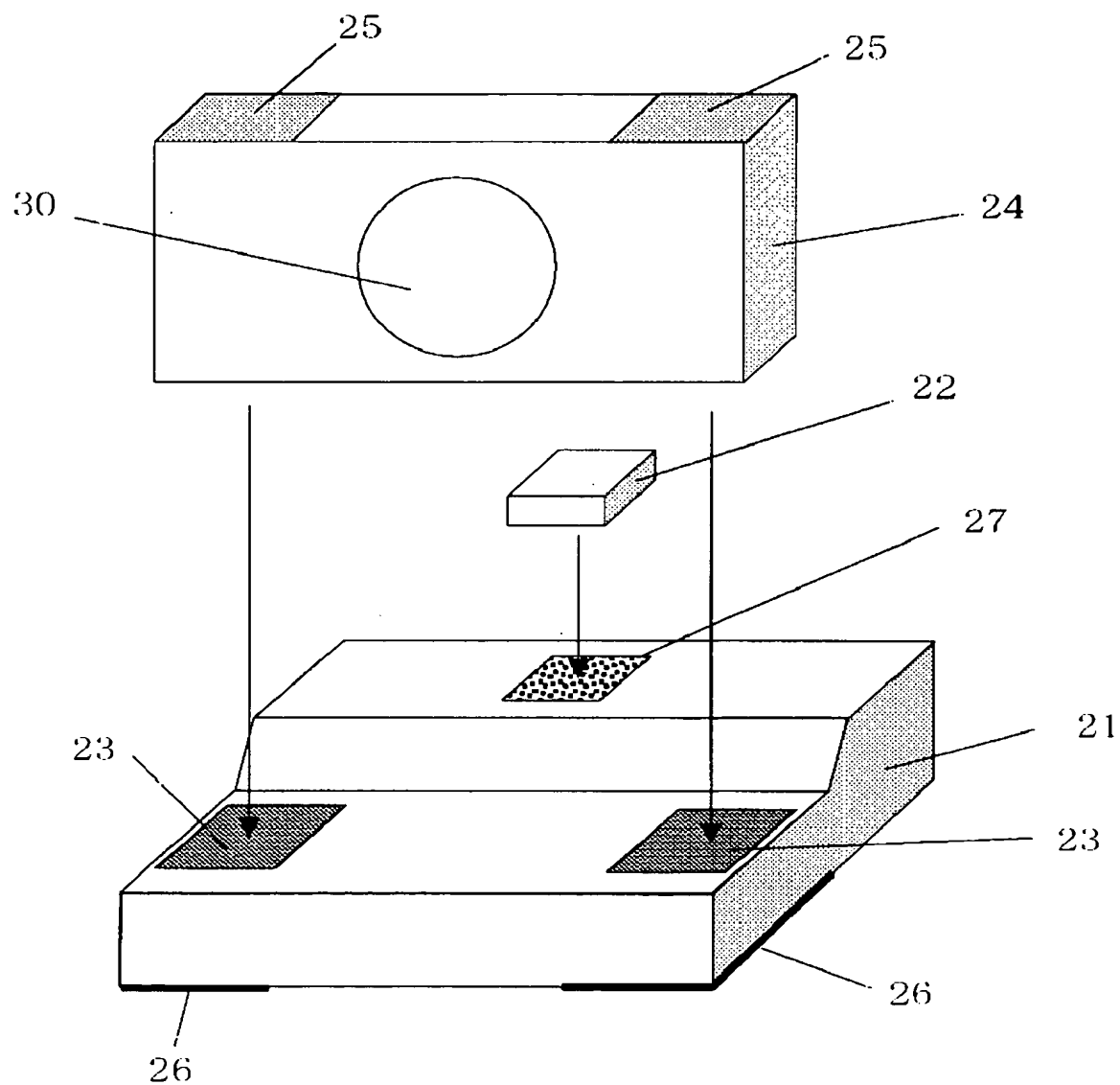
【図 6】

【図 6】



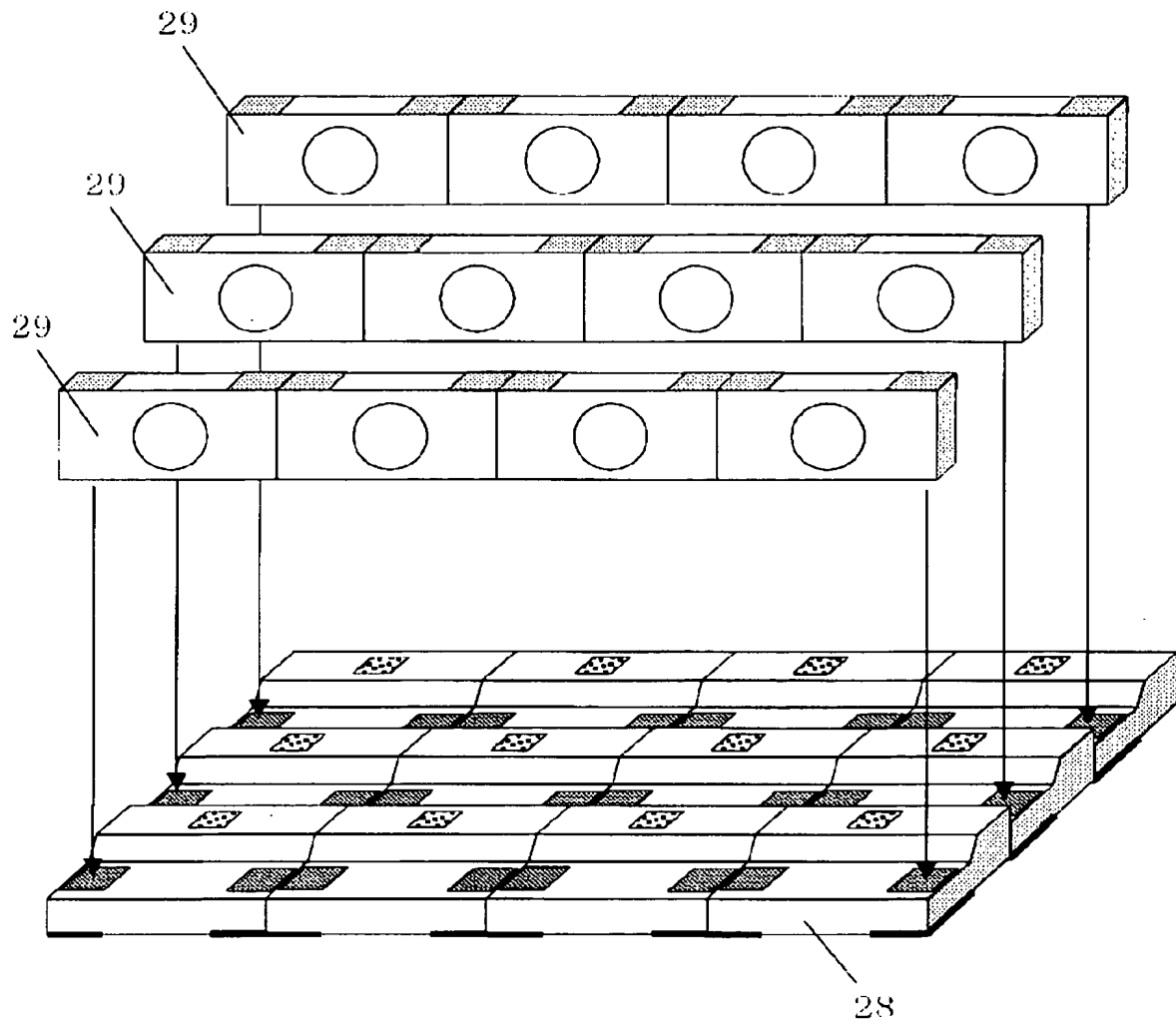
【図 7】

【図 7】



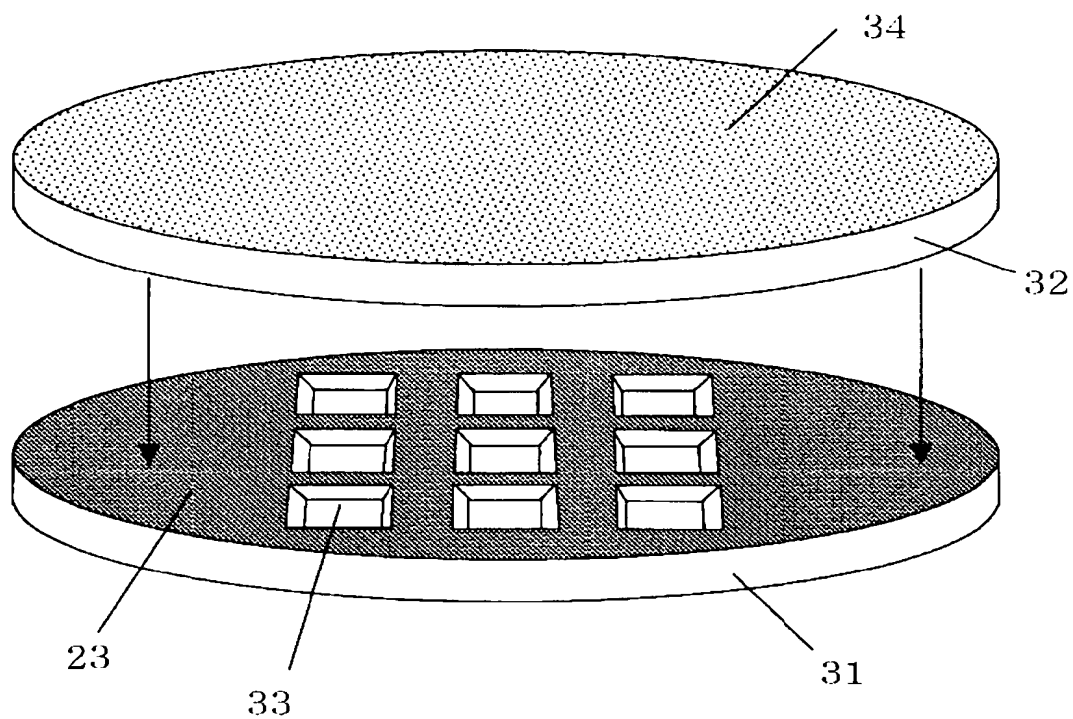
【図 8】

【図 8】



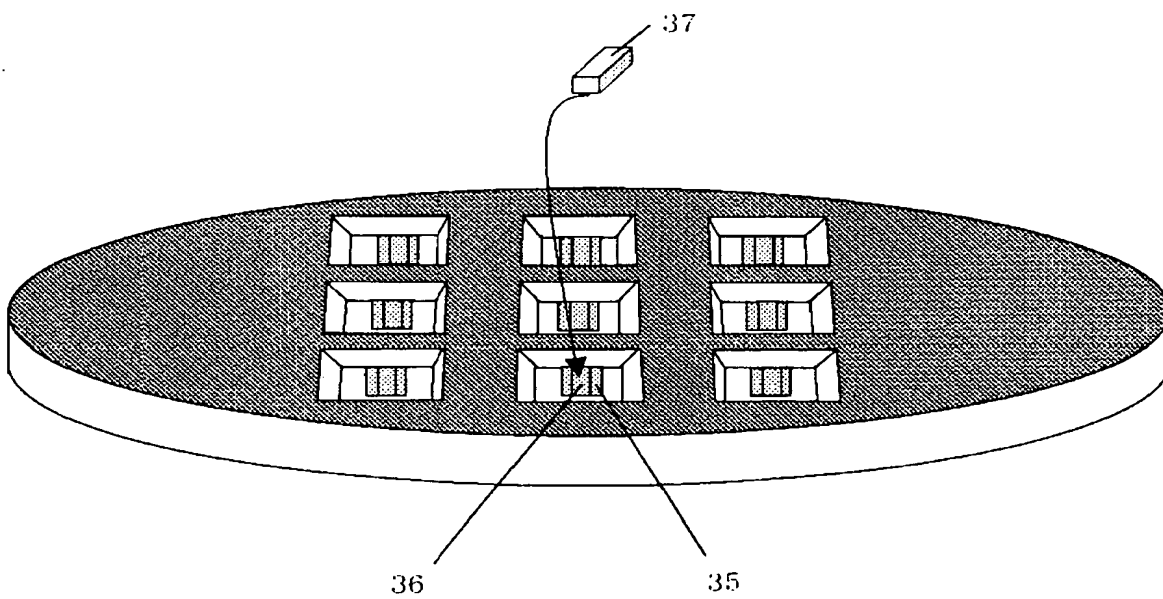
【図 9】

【図 9】



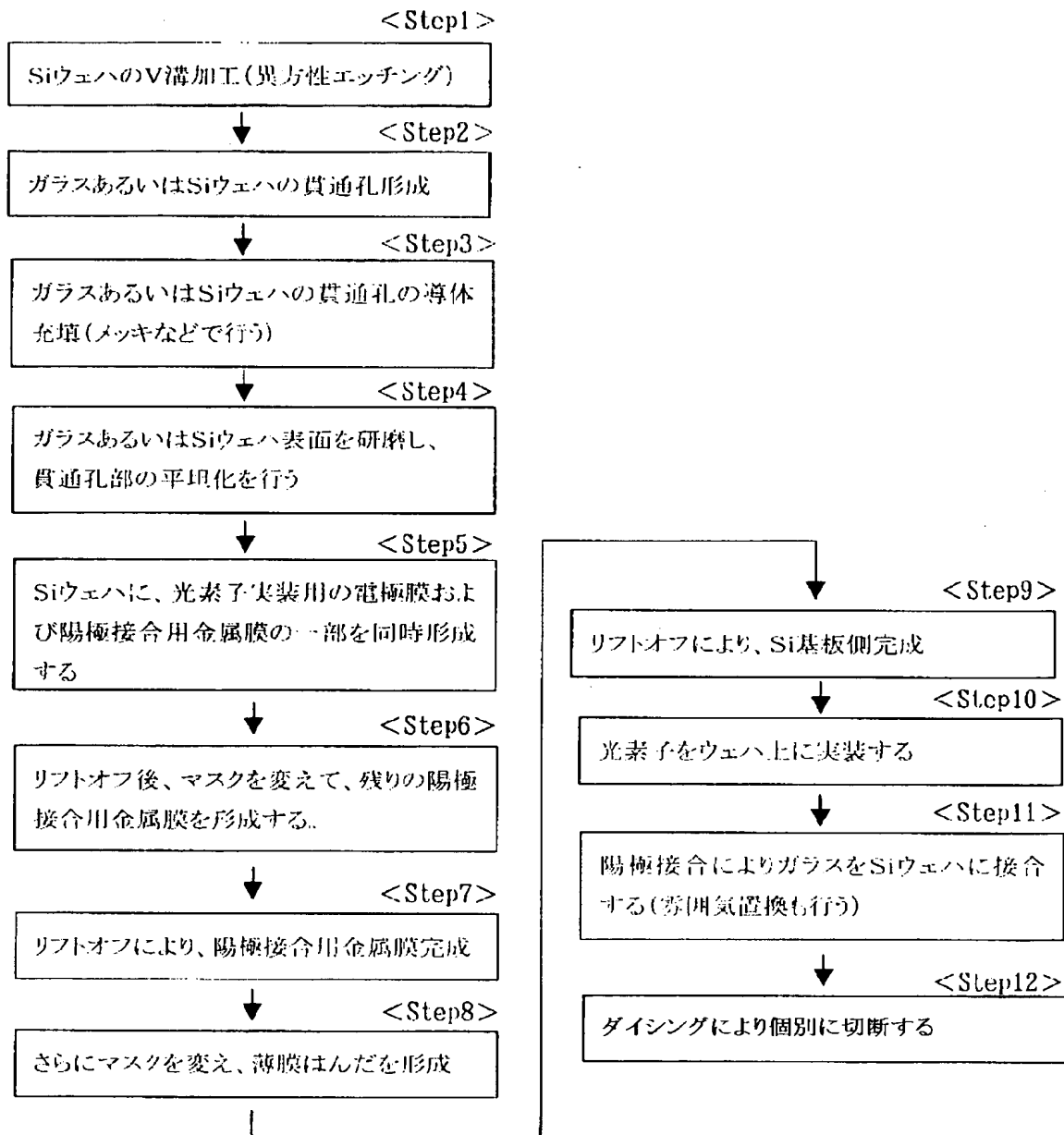
【図 10】

【図 10】



【図 11】

【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 導体または半導体とガラスを接合する陽極接合において、接合部材の反り、あるいは接合界面に存在するごみがあっても、従来よりも低温の接合温度で良好な密着を実現し、さらに界面の靱性を向上させて、接合部の高信頼度化を図る。さらにこのような低温での高信頼度な接合を実現することにより、従来、陽極接合が適用されなかった製品にも陽極接合を適用し、高信頼度かつ低コストな製品を提供する。

【解決手段】 導体または半導体の表面に軟質金属膜を形成し、その上に酸素との反応性が高い活性金属膜を形成する。これをガラスと陽極接合することにより、反りあるいはごみなどがあっても、軟質金属膜が変形してこれを吸収し、界面の密着が向上する。

【効果】 上記に述べた手段により、例えば200℃程度の低温の接合温度であっても、接合界面の密着状態が向上する。またこのような現象を利用して、ガラス側の接合面を粗化することにより、接合界面の靱性を向上させて、高信頼度化させることができる。また低温での陽極接合により、従来、陽極接合が適用できなかった製品に対しても陽極接合を適用し、その結果、製造時間の短縮、製造コストの低減を図ることができる。

【選択図】 図1

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 5 3 4 1 0
受付番号	5 0 3 0 0 3 3 3 1 0 5
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 5 年 3 月 3 日

### < 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 2月28日

次頁無



特願 2 0 0 3 - 0 5 3 4 1 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 1 0 8 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地

氏 名

株式会社日立製作所